

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Тернопільський національний технічний університет імені Івана  
Пулюя**

**Тернопільський осередок наукового товариства  
імені Т. Шевченка  
Технічний коледж  
Зборівський коледж  
Гусятинський коледж**

**XXI**

**НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**Тернопільського національного технічного  
університету імені Івана Пулюя**

**16-17 травня 2019 року**



**ТЕРНОПІЛЬ  
2019**

## **ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ**

### **Голова**

**Ясній П.В.**

ректор ТНТУ, д-р.техн.наук, професор

### **Заступник голови**

**Рогатинський Р.М.**

проректор ТНТУ, д-р.техн.наук, професор.

### **Члени програмного комітету:**

д-р. техн. наук, проф. В. Андрійчук, д-р. екон. наук., проф. Б. Андрушків, д-р. техн. наук, проф. В. Барановський, д-р. психол. наук, проф. Н. Буняк, д-р. техн. наук, проф. В. Васильків, д-р. техн. наук, проф. Т. Вітенько, д-р. техн. наук, проф. І. Гевко, д-р. екон. наук, доц. Р. Шерстюк, д-р. фіз.-мат. наук, проф. Л. Дідух, д-р. філос. наук, проф. А. Довгань, д-р. техн. наук, проф. П. Євтух, канд. техн. наук, доц. К. Зеленський, канд. техн. наук, доц. В. Калушка, д-р. екон. наук, проф. Н. Кирич, канд. техн. наук, доц. Б. Ковалюк, д-р. фіз.-мат. наук, проф. В. Кривень, д-р. іст. наук, проф. А. Криськов, д-р. вет. наук, проф. М. Кухтин, канд. пед. наук, доц. В. Кухарська, канд. техн. наук, доц. Р. Лещук, д-р. техн. наук, проф. А. Лупенко, д-р. техн. наук, проф. С. Лупенко, д-р. техн. наук, проф. І. Луців, д-р. техн. наук, доц. О. Ляшук, канд. техн. наук, доц. О. Мацюк, д-р. техн. наук, проф. П. Марущак, канд. фіз.-мат. наук, доц. М. Михайлишин, канд. філос. наук, проф. В. Ніконенко, д-р. техн. наук, проф. М. Паламар, д-р. екон. наук, проф. О. Панухник, д-р. техн. наук, проф. О. Пастух, д-р. техн. наук, проф. М. Петрик, д-р. біол. наук, проф. О. Покотило, д-р. техн. наук, проф. М. Підгурський, канд. техн. наук, доц. А. Пік, д-р. техн. наук, проф. М. Пилипець, д-р. техн. наук, доц. П. Попович, д-р. техн. наук, проф. М. Приймак, д-р. техн. наук, проф. Ч. Пулька, д-р. держ. управління, проф. М. Рудакевич, канд. техн. наук, доц. Л. Скоренький, д-р. техн. наук, доц. І. Стадник, д-р. техн. наук, проф. П. Стухляк, д-р. іст. наук, проф. Я. Стоцький, д-р. техн. наук, проф. М. Тарасенко, д-р. техн. наук, проф. Р. Ткачук, канд. екон. наук, П. Дудкін, канд. екон. наук, доц. Г. Ціх, канд. фіз.-мат. наук, доц. Б. Шелестовський, д-р. біол. наук, проф. В. Юкало, канд. техн. наук, доц. В. Яськів, канд. техн. наук, доц. І. Баран, канд. техн. наук, доц. Р. Лещук, д-р. техн. наук, проф. Б. Яворський, нач. Відділу ВІД О. Дубик, нач. НДЧ, канд. техн. наук, доц. В. Дзюра, ст. А.А. Микитишин.

Науковий секретар

**Золотий Роман Захарійович**

Адреса оргкомітету: ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001,

моб. 0685155028

E-mail: [zloty@gmail.com](mailto:zloty@gmail.com)

УДК 621.867.52

О. Шовкун, І. Козбур

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

## ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ВІБРАЦІЙНИЙ ПРИВОД ЖИВИЛЬНИКА З ФАЗОВИМ ПІДЛАШТУВАННЯМ ЧАСТОТИ ЗБУДЖЕННЯ

A. Shovkun, I. Kozbur

### ELECTROMAGNETIC VIBRATION DRIVE FEEDER WITH PHASE ADJUSTMENT OF THE EXCITATION FREQUENCY

Електромагнітні приводи вібраційних живильників, призначених для транспортування та поштучної видачі заготовок і деталей, мають численні переваги над іншими. Це компактність, відсутність обертових частин та пар тертя, висока питома потужність, простота, надійність. Для ефективної роботи цих пристроїв необхідно забезпечити резонансний режим їх роботи. Для забезпечення резонансного режиму електромагнітного віброприводу доцільно використати фазове підлаштування частоти збудження (ФАПЧ).

Для класичних конструкцій віброприводів, спроектованих під частоту промислового струму або її гармонік,  $50$  або  $100$  Гц ( $60 - 120$ ), їх коливальна маса і жорсткість пружної системи підганяються під середнє значення, що зменшує ефективність резонансу. У процесі експлуатації повна коливальна маса вібраційного живильника може змінюватися в значних межах, що приводить до зміни умов резонансу та до можливої зупинки вібраційної машини. Таким чином, використати переваги резонансного приводу при безпосередньому його живленні від мережі змінного струму – неможливо.

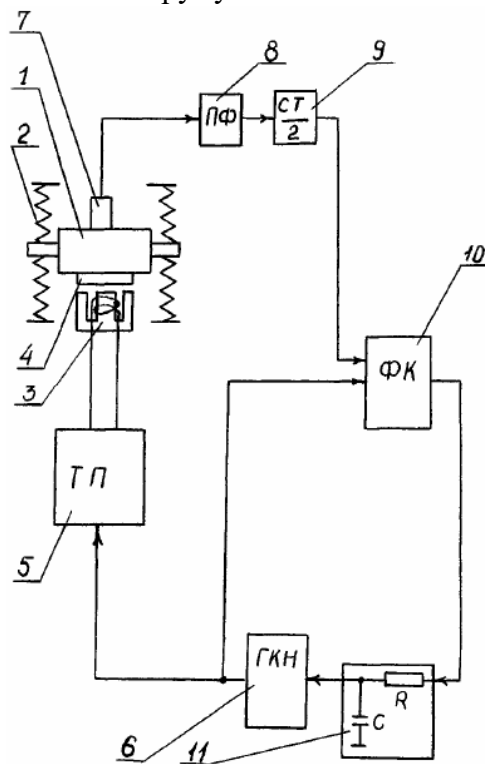


Рис.1. Електромагнітний вібраційний привод живильника з фазовим підлаштуванням частоти збудження.

Можливим рішенням є використання фазового підлаштування частоти збудження (ФАПЧ) генератора керованого напругою (ГКН), який використовується для живлення електромагнітного приводу віброживильника [1, 2]. Функціональна схема приводу зображена на рис.1. Де, відповідно: 1 – коливальна маса, 2 – пружна система, 3 – електромагнітний збуджувач, 4 – якор, 5 – тиристорний підсилювач (ТП), 6 – ГКН, 7 – вібраційний електромагнітний давач, 8 – підсилювач формувач (ПФ), 9 – подільник частоти (СТ/2). 10 – фазовий компаратор (ФК), 11 – фільтр низьких частот (ФНЧ).

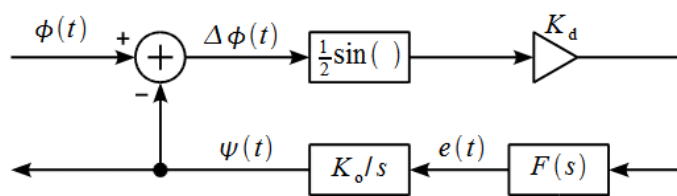
Електромагнітний привід резонансної вібраційної машини працює наступним чином. При подачі напруги живлення генератор 6 починає генерувати імпульси, частота яких є близькою до резонансної частоти вібраційної машини. Імпульси з ГКН підсилюються тиристорним підсилювачем 5 і подаються в обмотку вібраційного збуджувача 3, який, притягуючи якор 4, приводить в рух робочий орган вібраційної машини. Електромагнітний вібраційний давач 7, реагуючи на коливання маси 1, перетворює їх в електричні сигнали, які підсилюються та

перетворюються в прямокутні імпульси в ПФ. Частота слідування імпульсів ділиться на два тригерним подільником частоти 9, і подається на один з входів фазового компаратора 10. На другий вхід ФК надходять імпульси з виходу генератора керованого напругою. Подільник частоти застосовують тому що частота механічних коливань якоря одноктного електромагнітного вібраційного збуджувача в два рази більша ніж частота струму живлення.

В початковий момент часу, імпульси від генератора 6 та сигнали від вібраційного давача 7 різняться по частоті та фазі. Фазовий компаратор 10 перетворює різницю фаз у послідовність імпульсів певної тривалості. Ця послідовність імпульсів, проходячи через інтегруючу R-C ланку фільтра низьких частот 11, перетворюється в керуючу напругу, котра подається на управляючий вхід ГКН, в результаті чого частота генерованих ним імпульсів буде наближатись до частоти сигналів вібраційного давача. яка утворюється на змїни його частоти в напрямку наближення до частоти сигналів, що подаються на другий вхід компаратора - тобто через деякий час, який визначається постійною часу фільтра ФНЧ 11 та початковою різницею між частотою генератора та частотою власних коливань вібраційної машини, ці сигнали зрівнюються по частоті та фазі, що відповідає резонансному режиму роботи вібромашини.

При зміні частоти власних коливань робочого органа вібраційної машини в процесі роботи, наприклад при зміні коливної маси за рахунок завантаження або розвантаження, частота задаючого генератора також зміниться в необхідному напрямку таким чином, що вібромашина працюватиме в резонансному режимі незалежно від навантаження та зовнішніх дестабілізуючих факторів.

Тобто частота ГКН змінюється до тих пір, поки не зрівняється з частотою резонансу вібраційного живильника і живильник працює в резонансному режимі незалежно від зміни коливальної маси, жорсткості пружної системи та інших параметрів пристрою. Лінеаризована модель контура ФАПЧ представлена на рис.2. Де,



відповідно,  $\phi(t) = \Delta\omega \cdot t + \phi_0$  – зміна частоти в часі,  $\Delta\omega$  – розузгодження частоти,  $\Delta\phi(t)$  – еквівалентний сигнал розузгодження фази,  $e(t)$  – сигнал помилки,  $F(s)$  –

Рис.2. Лінеаризована модель контура ФАПЧ

характеристика петльового фільтра ФАПЧ,  $K_d$  – коефіцієнт передачі ГКН. Використовуючи структурну схему лінеаризованої моделі контура ФАПЧ, можна в подальшому провести детальний аналіз динамічних та частотних характеристик електромагнітного вібраційного приводу живильника з фазовим підлаштуванням частоти збудження.

Забезпечення резонансного режиму вібраційного живильника, за рахунок використання фазового автоматичного підлаштування частоти збудження, призведе до максимальних амплітуд коливної маси та, відповідно, до збільшення швидкості переміщення заготовок по його робочій поверхні та продуктивності в цілому.

#### Література:

1. Патент України № 28978 В65G27/24, Шовкун О.П. Електромагнітний привід резонансної вібраційної машини.
2. Електромагнітний вібропривод живильника / Шовкун Олександр, Козбур Ігор, Козбур Галина // Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування. Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції, 8-9 червня 2017 року: збірник тез доповідей. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2017. – с. 194-195

<b>А. Шум'як, О. Палка, М. Потикевич .....</b>	<b>79</b>
АНАЛІЗ ТЕРМІНУ SMART CITY .....	79
<b>К. Юрченко, І. Бойко, канд. фіз.-мат. наук, доц.....</b>	<b>81</b>
РОЗРОБКА РОЗПОДІЛЕНОГО СЕРВЕРНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОРИСТУВАЦЬКИХ ОНЛАЙН ПРОЕКТІВ .....	81
<b>Секція: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ, ІМОВІРНІСНІ МОДЕЛІ БІОФІЗИЧНИХ СИГНАЛІВ І ПОЛІВ .....</b>	
<b>Д.Вакуленко<sup>1</sup>, А. Сверстюк<sup>1</sup>, А. Семенець<sup>1</sup>, Ю. Кравчик<sup>2</sup> .....</b>	<b>83</b>
АНАЛІЗ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ РЕОЕНЦЕФАЛОГРАМ ТА ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМ ПРИ ШИЙНОМУ ОСТЕОХОНДРОЗІ .....	83
<b>Н. Кравець<sup>1</sup>, Н. Климук<sup>1</sup>, О. Кучвара<sup>1</sup>, Ю. Кравчик<sup>2</sup> .....</b>	<b>85</b>
МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ .....	85
<b>М. Кравчук .....</b>	<b>86</b>
АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА .....	86
<b>А. Курко канд. техн. наук, доц., М. Каретін .....</b>	<b>87</b>
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИЙ СТЕНД ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНЕРЦІЙНОГО ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА МОМЕНТУ .....	87
<b>В. Марценюк<sup>1</sup>, А. Сверстюк<sup>2</sup>, Я. Литвиненко<sup>3</sup>, Н. Козодій<sup>3</sup> .....</b>	<b>88</b>
ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТУ R ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ІМУНОСЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ НА ГЕКСАГОНАЛЬНІЙ РЕШІТЦІ .....	88
<b>В. Савків, канд. тех. наук, доц., Р. Михайлишин, канд. тех. наук, І. Козбур, А.А. Микитишин .....</b>	<b>89</b>
АНАЛІЗ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНОСТІ СТРУМИННОГО ЕЖЕКЦІЙНОГО ЗАХОПЛЮВАЧА ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА ПРИ МАНІПУЛЮВАННІ ОБ'ЄКТАМИ З ОТВОРАМИ .....	89
<b>А. Сверстюк.....</b>	<b>91</b>
КІБЕРФІЗИЧНА ІМУНОСЕНСОРНА СИСТЕМА НА ГЕКСАГОНАЛЬНІЙ РЕШІТЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕШІТЧАСТИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ІЗ ЗАПІЗНЕННЯМ .....	91
<b>І. Федорів.....</b>	<b>92</b>
АНАЛІЗ КОНДУКТОМЕТРИЧНИХ ДАВАЧІВ.....	92
<b>П. Федорів .....</b>	<b>94</b>
СРУМЕНЕВІ ПРИВОДИ ШАРНІРНО-ВАЖІЛЬНИХ ЗАТИСКНИХ ПРИСТРОЇВ .....	94
<b>О. Шовкун, І. Козбур .....</b>	<b>96</b>
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ВІБРАЦІЙНИЙ ПРИВОД ЖИВИЛЬНИКА З ФАЗОВИМ ПІДЛАШТУВАННЯМ ЧАСТОТИ ЗБУДЖЕННЯ .....	96